

2. Козлов В.Н., Нимвицкий А.А. Технология пирогазетической переработки древесины. М.;Л.: Гослесбумиздат, 1954. 619 с.

3. Левин Э.Д. Теоретические основы производства древесного угля. М.: Лесн. пром-сть, 1980. 152 с.

УДК 621.791.725:669.14

А.Н. Грезев (A.N. Grezev)

ИПЛИТ, Шатура

(IPLIT, Shatura)

С.М. Шанчуров (S.M. Shanchurov)

УГЛТУ, Екатеринбург

(USFEU, Ekaterinburg)

**О ПРИМЕНЕНИИ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ЛАЗЕРНЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ**
(ABOUT USE OF HIGHLY EFFECTIVE LASER TECHNOLOGIES IN
THE OIL AND GAS INDUSTRY)

Рассмотрены разработка и применение лазерных технологий в нефтегазовой отрасли.

Development and use of laser technologies in the oil and gas industry are considered.

Одной из актуальных проблем современного машиностроения и производства металлоконструкций является разработка эффективных технологий изготовления крупногабаритных металлических конструкций с заданными точностными и прочностными характеристиками. Основной технологией, которую применяют в настоящее время при изготовлении труб для газонефтепроводов, является автоматическая дуговая сварка под слоем флюса, которая обеспечивает высокое качество и прочность сварных соединений. Однако данная технология имеет ряд недостатков. С появлением мощных технологических лазеров авторами совместно с рядом исследовательских организаций и трубными заводами проведены исследования по разработке технологии лазерной сварки труб.

Лазерная сварка позволила обеспечить свойства труб по всем показателям на уровне основного металла и увеличить производительность сварки в три раза. Исследования лазерной сварки сталей аустенитного класса показали возможность увеличения производительности в 10–15 раз.

Одновременно проводились исследования лазерной сварки сталей, применяемых в производстве газонефтепроводных труб. Лазерные сварные соединения на всех исследуемых сталях показали равнопрочность с

основным металлом. Однако твердость сварного шва и зоны термического влияния (ЗТВ) превышала нормативный показатель ($HV \leq 260$). Это связано с тем, что при лазерной сварке имеет место слишком жесткий термический цикл сварки: высокие скорости нагрева и охлаждения металла шва, в результате чего сварной шов приобретает закалочные структуры и, как следствие, металл шва имеет высокую твердость.

Результатом совместных исследований явилась разработка технологии комбинированной лазерной сварки (КЛС). Суть технологии заключается в воздействии на жидкую ванну расплава несколькими лазерными лучами, что позволяет регулировать объем жидкой ванны расплава.

В результате появляется возможность задавать нужные скорости нагрева и охлаждения металла и получать необходимую структуру металла шва, при этом не снижаются преимущества лазерной сварки: высокая скорость, малая ЗТВ, большая глубина провара («кинжалность») – сварка за один проход больших толщин, отсутствие необходимости разделки кромок.

Была выполнена сварка труб размером 530x2000x8мм. Затем трубы прошли испытание на гидравлический разрыв (давление разрыва составило 203 кгс/мм²).

Исследования показали следующее.

1. КЛС не ограничивает вводимую мощность в изделие, так как это происходит при обычной лазерной сварке (из-за появления экранирующего плазменного пробоя, который экранирует лазерное излучение), что позволяет использовать оптоволоконные лазеры мощностью в несколько десятков киловатт и значительно увеличить глубину провара (до 50 мм и более за один проход) (рис.1, а).

2. Увеличение ширины сварного шва происходит как в верхней части сварного шва, так и в нижней.

3. Микротвердость сварного шва равномерна по всей глубине и на низколегированных трубных сталях не превышает 260HV₁₀ (таблица).

4. Ударная вязкость сварных соединений, выполненных КЛС, на порядок выше, чем при дуговой сварке под флюсом, также обеспечивается равнопрочность шва основному металлу.

5. КЛС с присадочной проволокой значительно снижает требования к сборке (при толщине изделия 50 мм зазор может составлять до 3 мм).

6. КЛС возможна в любых пространственных положениях, форма шва при этом значительно не меняется.

7. Технология КЛС отработана как на лазерах с длиной волны 10,6 мкм, так и на оптоволоконных лазерах с длиной волны 1,06 мкм (рис. 1, б).

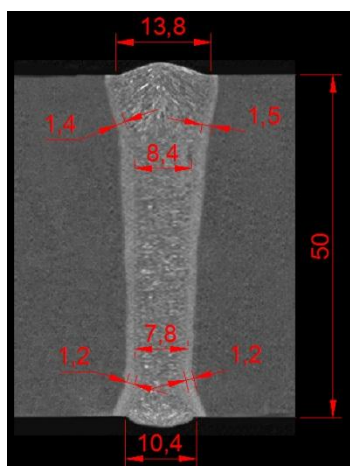
В настоящее время при строительстве газопроводов сварку стыка производят в основном ручной дуговой сваркой. Длительность сварки, выполняемой двумя, а иногда тремя сварщиками, составляет около суток.

Предлагается вместо дуговой сварки использовать разработанный автоматизированный мобильный комплекс (рис. 2) для лазерной сварки

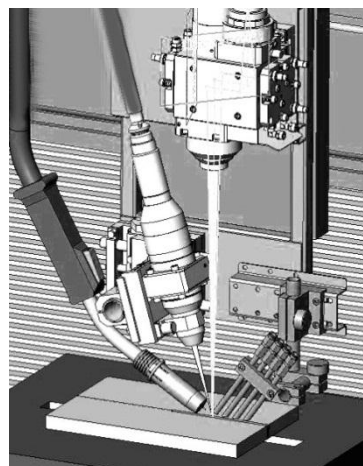
стыков трубопровода в полевых условиях. Модуль можно устанавливать на специализированный мобильный комплекс, на палубу корабля и т.д.

Исследование микротвердости сварного шва по Виккерсу (HV_{10})

| Номер шлифа | Сварной шов | ЗТВ | Основной металл |
|-------------|---------------|----------|-----------------|
| 08ГФБА | 249, 245, 240 | 222, 219 | 202, 198 |
| 14 | 249, 247, 243 | 221, 221 | 198, 201 |
| 15 | 249, 247, 243 | 216, 215 | 201, 203 |
| 16 | 246 | 219 | 201 |
| среднее | | | |
| 09Г2СУ | 226 221 217 | 203 204 | 197 200 |
| 1 | 204 228 212 | 202 205 | 198 195 |
| 2 | 218 | 204 | 197 |
| среднее | | | |



а



б

Рис. 1. Структура шва (а), выполненного КЛС, и схема процесса КЛС (б)

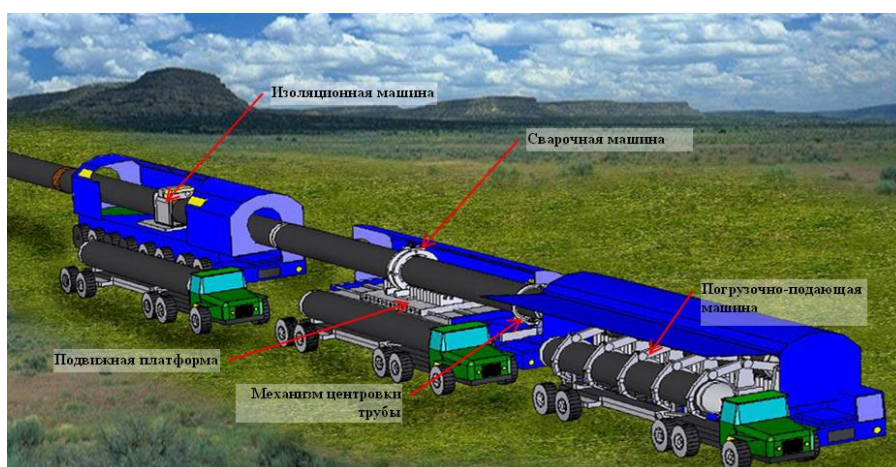


Рис. 2. Автоматизированный мобильный комплекс для лазерной сварки стыков трубопроводов в полевых условиях